



Desarrollar un dispositivo hardware que mida el CO2 Que Emite Un vehículo y
Que Permita Conectarse Con La Aplicación Emission Meter Control.

Santiago Posada Herrera

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Sede Bello (Antioquia)

Programa Tecnología en Informática

Octubre De 2020

Desarrollar un dispositivo hardware que mida el CO2 Que Emite Un vehículo y
Que Permita Conectarse Con La Aplicación Emission Meter Control.

Santiago Posada Herrera

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Tecnólogo en
Informática

Asesor(a)

Yexid Montenegro García

Título académico

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Sede Bello (Antioquia)

Programa Tecnología en Informática

Octubre De 2020

Resumen

Se muestran los resultados del ejercicio académico que pretendía, desarrollar una aplicación para diagnosticar y monitorear el CO₂ producido por vehículos en la ciudad de Medellín, lo que se hizo a través de la recopilación de información para postular los requisitos de sistema, posteriormente se hizo un diseño de las interfaces graficas de la aplicación Emission Meter Control para que sean amigables con el usuario y también se diseñó un dispositivo hardware que permitió medir el CO₂ de vehículos móviles por medio de un sensor MQ135 para finalmente testear el sistema. Los resultados expuestos tienen coherencia con la metodología RUP (Proceso Racional Unificado) y exponen la correcta realización de las fases postulados, se pudo concluir que el prototipo arroja una fuente de datos confiables y la interfaz es de fácil acceso para los usuarios.

Palabras clave: Desarrollo de un prototipo, diagnosticar, CO₂, hardware.

Abstract

The results of the academic exercise that intended to develop an application to diagnose and monitor the CO₂ produced by vehicles in the city of Medellín are shown, which was done through the collection of information to postulate the system requirements, later a design of the graphical interfaces of the Emission Meter Control application to be user-friendly and a hardware device was also designed that made it possible to measure the CO₂ of mobile vehicles by means of an MQ135 sensor to finally test the system. The results presented are consistent with the RUP methodology (Rational Unified Process) and expose the correct implementation of the postulated phases, it could be concluded that the prototype provides a reliable data source and the interface is easily accessible for users.

Keywords: Development of a prototype, diagnose, CO₂, hardware.

Contenido

Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Lista de tablas	x
Lista de figuras.....	xi
Introducción	1
Capítulo 1. Descripción del proyecto.....	3
Planteamiento el problema.....	3
Antecedentes	5
Justificación.....	9
Objetivos	11
Objetivo general	11
Objetivos específicos.....	11
Alcance.....	12
Capítulo 2. Marco teórico	13
Partículas por Millón PPM.....	13
Gases vehiculares	14
Gases inofensivos.	14

Nitrógeno.	14
Oxígeno.....	14
Dióxido de carbono.....	15
Hidrogeno.	15
Gases nocivos.	15
Monóxido de carbono	15
Hidrocarburo	16
Óxidos de nitrógeno.....	16
Normativa para la emisión de CO2.....	16
Normativa colombiana	17
NTC5365.	17
Resolución 910 del 2008.	18
Arduino.....	18
MySQL.....	19
Xampp	20
Processing.....	20
Programmer's.....	21
Sensor MQ135.....	21
Arduino NANO.....	22
Protoboard.....	23

Otros componentes usados para la construcción del prototipo	23
Capítulo 3. Desarrollo de la propuesta.....	24
Metodología	24
Cronograma.....	26
Presupuesto.....	27
Capítulo 4. Resultados	29
Fase 1: Recopilar información para obtener los requisitos del sistema Emission Meter Control.....	29
Diagrama de flujo.	36
Modelo entidad-relación.....	37
Diagrama de caso de uso.	38
Diagrama UML.	39
Encuesta.....	29
Requerimientos funcionales y no funcionales.	34
Fase 2: Diseñar las interfaces gráficas de la aplicación Emission Meter Control para que sean amigables con el usuario	40
Fase 3: Desarrollar el dispositivo hardware que mida el CO2 del vehículo, y que permita interconectarse con la aplicación Emission Meter Control.....	47
Antes de Setup.	48
1. Iniciar el código – incluir librería.....	48

2. Definir el LCD – crear objeto	48
3. Fuentes	49
En el Setup.....	49
Versatilidad de la interfaz.....	51
Fase 4: Testear el sistema Emission Meter Control para validar su correcto funcionamiento.....	53
Introducción correcta de Categoría.....	53
Descripción.	53
Condiciones de ejecución.	53
Entrada.	53
Resultado esperado.	54
Evaluación de la prueba.	54
Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones	56
Anexos	62

Lista de tablas

Tabla 1. Recurso Humano.....	27
Tabla 2. Recursos físicos.	27
Tabla 3. Recursos Software y Hardware.....	27

Lista de figuras

Figura 1. Reducción de gases contaminantes desde la implementación de Euro 1.	17
Figura 2. Cronograma.	26
figura 3. Diagrama de clase- Semillero.....	36
figura 4. Modelo entidad-relación.....	37
figura 5. Diagrama de caso de uso.	38
figura 6. Diagrama UML.	39
figura 7. Encuesta.....	29
figura 8. Encuesta.....	30
figura 9. Encuesta.....	30
figura 10. Encuesta.....	31
figura 11. Encuesta.....	31
figura 12 Estadística de la encuesta.	32
figura 13. Requerimientos Funcionales.	34
figura 14. Requerimientos Funcionales.	35
figura 15. Requerimientos no funcionales.	35
figura 16. Requerimientos no funcionales.	35
figura 17. Interfaz principal del sistema.	40
figura 18. Tabla de registro.	43
Figura 19. Página web.	44
figura 20. Página web.	44
figura 21. Página web.	45
figura 22. Inicio de código.....	48

figura 23. Configuración LCD.....	48
figura 24. Fuentes.....	49
figura 25. Códigos LCD en el Setup.....	49
figura 26. Mensaje en el Setup.....	49
figura 27. Versatilidad de la interfaz.	51
figura 28. Versatilidad de la interfaz.....	52
figura 29. Tabla de registro.....	54

Lista de anexos

Anexos 1 Imágenes del prototipo. 62

Introducción

El actual proyecto pretende en primera instancia hacer una contextualización de la calidad de aire que respiramos, exponiendo que, es un problema que trae consigo consecuencias a la salud e incluso deja una considerable cifra de muertos en el año, esto a través de la búsqueda bibliográfica que permitió postular una alternativa a nivel de prototipo en donde se construyó un dispositivo que permite medir la emisión de gases de los vehículos a motor y así determinar el nivel de calidad del aire, exponiendo este, en PPM que son partículas por millón, una medición estándar del nivel de calidad del air

A nivel metodológico se usó una metodología RUP (Proceso Racional Unificado) que constaba de 4 fases, en donde la fase 1 consistió en recopilar información para obtener los requisitos del sistema Emission Meter Control. La fase 2 en diseñar las interfaces gráficas de la aplicación Emission Meter Control para que sean amigables con el usuario. En la fase 3 se buscó desarrollar el dispositivo hardware que mida el CO₂ del vehículo, y que permita interconectarse con la aplicación Emission Meter Control. Y, por último, en la fase 4 se hizo un testeó en el sistema Emission Meter Control para validar su correcto funcionamiento.

Los resultados se expusieron en relación a las fases postuladas en la metodología y se sustentaron a través de los datos arrojados por el prototipo, desde los resultados se pudo concluir que entre más viejo sea un vehículo, más PPM está emitiendo, adicionalmente las pruebas realizadas permitieron ver que las diferencias de temperatura del motor tienen una relación con resto a la emisión de PPM, dado que al vehículo estar frio acumula gases nocivos que son expulsados al encender el mismo.

Capítulo 1. Descripción del proyecto

Planteamiento el problema

Para nadie es un secreto que el aire que respiramos está contaminado, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2018), nueve de cada diez personas en el mundo respiran aire contaminado, es decir el fenómeno se presenta a nivel mundial, lo que nos refleja una realidad que no es ajena a nosotros, sino que, por el contrario, nos afecta de una forma considerable.

Por otro lado, estos datos acompañados por los indicadores de mortalidad son preocupantes dado que según la OMS (2018) “la contaminación del aire ambiente por si sola provocó aproximadamente 4,2 millones de muertes” (párr. 4), es decir, la contaminación es un problema serio al cual se deben buscar alternativas que sean sostenibles y propicien por encima de cualquier cosa salvar vidas.

Para contextualizar un poco sobre la contaminación del aire es importante definir las PM (material particulado), que son un indicador de la contaminación del aire, Reina y Olaya (2012) lo definen como “una mezcla de sustancias sólidas y líquidas suspendidas en el aire que, dependiendo de sus características físicas y químicas, pueden generar varios efectos nocivos en la salud de los seres humanos y en los ecosistemas ambientales.” (p. 21).

En ese sentido Reina y Olaya (2012) afirman que “las actividades humanas, por ejemplo, la industria y el movimiento vehicular, se consideran las principales fuentes de emisión de material particulado” (p. 21), lo que sugiere que, es el ser humano el responsable en gran medida de la contaminación, pues hay otros factores como el meteorológico y el topográfico que propician la misma, sin embargo en comparación a la

contaminación generada por el ser humano es un porcentaje muy bajo, es entonces pertinente pensar, que si el ser humano causa la contaminación, busque formas de medirla, para cuantificar el daño que hace y así buscar una alternativa, que solucione un problema que afecta tanto a los seres humanos como a los ecosistemas.

Finalmente revisando el contexto local en específico el área metropolitana del Valle de Aburrá hay información acerca de la calidad de aire que es relevante traer a colación, por ejemplo, la revista *Semana sostenible* (2019) afirma que en Medellín entre el 2012 y el 2016 las consultas por Enfermedad Respiratoria Aguda (ERA) aumentaron, lo que dejó como cifra estimada un total de 7.285 muertos.

Otro aspecto que ayuda a dimensionar el problema en el área metropolitana es el de los informes emitidos por el Sistema de Alerta Temprana de Medellín (SIATA), que desde el 2013 ha dado informes sobre la calidad del aire del Valle de Aburrá y emite una alerta cuando el PM es superior al 2.5, que según el diario *El Colombiano* (2020) es generada por factores específicos que son las emisiones locales de contaminantes, el transporte regional y condiciones meteorológicas de la región.

Con esta información se da cuenta de que habitar un medio ambiente sano tiene una relación con la calidad de vida de las personas, para que estas puedan realizar actividades físicas y desarrollar su vida en espacios exteriores, priorizando la socialización y la activación de diferentes sectores económicos, sin dejar de lado la importancia de buscar la manera de contribuir a fuentes de energía limpias y sostenibles, que den prioridad al medio ambiente y los seres humanos, quienes habitamos el planeta.

Es por esto que postula como alternativa el Emission Meter Control pensado con la finalidad de controlar la contaminación producida por los vehículos que ingresan al Campus de Uniminuto sede Bello, el cual aparte de diagnosticar la emisión de gases producida busca alertar a los conductores acerca de las emisiones de CO2 por parte de sus vehículos.

Antecedentes

Actualmente en la Corporación Universitaria Minuto de Dios sede Bello no se cuenta con un sistema similar al Emission Meter Control para los vehículos, por lo que el prototipo sería el primero en el campus.

Sistemas como el de SIATA por ejemplo funcionan de manera similar al Emission Meter Control, estos hacen un testeo en la calidad del aire y pueden emitir una alerta sobre los agentes contaminantes y los tipos de PM que hay en el ambiente.

Por otro lado, con relación al ámbito internacional se encontró un proyecto similar situado en la ciudad de Viña del Mar en Chile, el proyecto titulado *Electrónica para todos con el uso de Arduino: Experiencias positivas en la implementación de soluciones Hardware-Software* fue realizados por Vidal-Silva, Lineros, Uribe y Olmos (2019) y postula un prototipo que permite adquirir variables ambientales, desarrollado a través de Arduino, probando la accesibilidad a la electrónica y sistemas de computación que hoy en día están disponibles a bajo costo y con un fácil nivel de aprendizaje para todo quien desee aprender.

Ahora bien, a nivel local se destacan proyectos como el expuesto por Molina, Gutiérrez y Muñoz (2016) llamado *Diseño e implementación de un analizador básico de*

gases para emisiones vehiculares (HC, CO y CO₂), desarrollado bajo la plataforma Android, en donde se implementó un analizador básico de gases vehiculares el cual tenía sensores de Dióxido de carbono (CO₂), Monóxido de Carbono (CO), Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC), lo que permitió analizar los gases a través de una tarjeta de adquisición de datos, la cual interpretaba los valores medidos que eran transmitidos por medio de un protocolo wifi a un dispositivo móvil con sistema Android.

La investigación se desarrolló en 3 etapas, y arrojó resultados confiables, estables y reproducibles en relación a las variables de contaminación en el aire al que estamos expuestos los seres humanos, finalmente el proyecto concluye que proyectos como este son necesarios en el país ya que los niveles de contaminación son muy altos traen consigo diferentes enfermedades, por lo que la alternativa que se plantea a través de una aplicación para un dispositivo Android es pertinente dado que el 75% de la población tiene acceso a este.

Otra investigación que linda con los objetivos postulados en esta, es la de Borda y Forero (2018), quienes desarrollaron un prototipo para medir la calidad del aire en el proyecto de grado titulado *Desarrollo de un prototipo portable para medición y recolección de datos de emisiones de gases vehiculares* en donde a través del prototipo construido con una placa de Arduino uno se ajustaron los sensores MQ7 y MQ135 para analizar los gases vehiculares existentes en el aire y contrastarlos con la normativa. Finalmente se concluyó que el diseño del prototipo cumplió con el objetivo de recolectar los datos y que la plataforma diseñada es de fácil y entendible acceso, dando así cumplimiento a los objetivos planteados en el proyecto que era “modelar un prototipo portable que permita la medición y almacenamiento de variables de emisiones de gases

vehiculares, observando la influencia de estas variables en la calidad del aire en las ciudades” (Borda y forero, 2018, p. 19).

Siguiendo en la misma línea de proyectos que han sido prototipos para medir la calidad del aire, se encuentra el postulado por Arrieta (2019), titulado *Desarrollo de un prototipo para la medición de calidad del aire en la universidad de sucre empleando tecnología de vehículos aéreos no tripulados* el cual tiene como objetivo general “obtener una medida aproximada de la calidad del aire en el campus puerta roja de la universidad de Sucre usando tecnología de vehículos aéreos no tripulados (UAV) e instrumentación de bajo costo” (p. 11), esto se pretende lograr a través de la construcción de un UAV, el diseño de un sistema que lo integre y por último un análisis que determine un estimado de la calidad del aire.

Para el diseño de este proyecto se utilizaron los siguientes elementos, Arduino nano, Arduino Mega 2560, Sensor de gas MQ 135, Sensor de temperatura y humedad DHT 22. 2 módulos bluetooth HC -12, Antena Lora 868 ~ 915 MHz SMA. 3 reguladores de voltaje 7805. El proyecto concluyó que fue posible integrar tecnología inalámbrica que permitiera determinar la calidad del campus puerta roja de la universidad de Sucre, en donde la calidad del aire está entre los rangos nominales de aceptabilidad.

Justificación

La idea del proyecto, y del prototipo del Emission Meter Control cobra importancia para la comunidad académica, dado que busca generar alertas con respecto a la calidad del aire que se respira dentro de la universidad, es decir, el prototipo que se está desarrollando puede arrojar información pertinente para la prevención de las ERA, por otro lado también es de suma importancia para los conductores pues con la alerta se entiende que el vehículo no está funcionando de la mejor manera, por lo que la alerta puede hacer que tome las respectivas medidas con relación al carro o moto sea el caso.

Otro aspecto a destacar tiene que ver con la problemática que sufre el Valle de Aburrá en ciertos periodos del año, en donde la contaminación del aire genera medidas como las pico y placa y en ocasiones extremas obliga al uso de tapabocas, el Emission Meter Control puede servir como un filtro para determinar que vehículos ingresan al campus y cuáles no, dado que a medida que aumenta el tiempo las restricciones son mayores dado que las empresas e industrias siguen generando agentes contaminantes y la planta automotor sigue creciendo cada día más por lo que en un futuro no muy lejano, las empresas, universidades, centros comerciales y demás sectores de la ciudad, deben buscar alternativas que propicien el cuidado del medio ambiente, y si a través del prototipo se logra validar información que sea útil y pueda actuar como un filtro para la universidad se habrá logrado un avance en cuanto a la calidad del aire refiere.

Finalmente, desarrollar este tipo de proyectos es fundamental para el crecimiento académico tanto de la facultad como de la universidad, dado que el conocimiento que se pone en práctica trae consigo implicaciones innovadoras y que van de la mano con temas muy necesarios en la actualidad como lo son la sostenibilidad, entonces el apoyar y

fortalecer este tipo de proyectos funciona como eje de crecimiento tanto para la institución, como para los estudiantes docentes y egresados.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar una aplicación para diagnosticar y monitorear el CO2 producido por vehículos en la ciudad de Medellín.

Objetivos específicos

- Recopilar información para obtener los requisitos del sistema Emission Meter Control.
- Diseñar las interfaces gráficas de la aplicación Emission Meter Control para que sean amigables con el usuario.
- Desarrollar el dispositivo hardware que mida el CO2 del vehículo, y que permita interconectarse con la aplicación Emission Meter Control.
- Testear el sistema Emission Meter Control para validar su correcto funcionamiento.

Alcance

Este proyecto busca entregar un prototipo del Emissor Meter Control el cual se tenía previsto instalar en el parqueadero de la Corporación Universitaria Minuto de Dios sede Bello, pero dadas las contingencias generadas por la pandemia a nivel mundial causadas por el COVID-19, este último objetivo queda fuera del alcance de la investigación.

El prototipo realizado cuenta con un sistema de notificación al detectar gases que superan las 2.5 ppm (partículas por millón), las cuales son más perjudiciales para la salud que las de 10 ppm, ya que además de ser respirables, llegan fácilmente a los pulmones y pasan luego al torrente sanguíneo. Esto se hará a través de una aplicación para diagnosticar la emisión de gases producidos por vehículos y alertar a los conductores de las emisiones de CO₂.

Por factores de tiempo, espacio y presupuesto el proyecto se limita a ser un prototipo, pues la contingencia imposibilitó las pruebas del dispositivo en campo, además y no menos importante el tema del dinero ha jugado un papel determinante, pues se han tomado materiales reciclables para la realización del mismo. Por otro lado, la obtención de un sensor mucho más sofisticado presenta algunos inconvenientes como lo es la adquisición ya que aparte de tener un precio muy elevado el mercado no es muy amplio y requiere de una búsqueda más profunda.

Capítulo 2. Marco teórico

Es importante mencionar los componentes del prototipo en cuanto a hardware y software refiere, y también suscitar algunos conceptos que hacen parte importante en la presente investigación.

Partículas por Millón PPM

Las ppm, son definidas por la Unión Fenosa Gas (UFG) (2018) como “la unidad de medida que usamos como referencia. Indica la concentración de una determinada sustancia nociva en el aire por cada millón de unidades del conjunto” (párr. 1) en otras palabras, las ppm sirven para cuantificar el nivel de contaminación que hay en el aire, y por ende categorizar los niveles que son nocivos tanto para el ser humano como para los ecosistemas ambientales.

Es importante recalcar esto dado que este al ser un proyecto que mide los ppm de los vehículos debe tener en cuenta las legislaciones y escalas de medición de la contaminación para poder emitir una alerta según la escala, en ese orden de ideas, es importante destacar como entiende la legislación europea lo que acá se han denominado ppm y es el microgramo/ metro cúbico, Siber (s. f) afirma que

Con esta unidad se miden muchos de los valores de referencia de gases nocivos presentes en el ambiente, como pueden ser los valores límite o los umbrales de información. Los contaminantes con más antigüedad en lo que se refiere a su estudio científico, como son el SO₂ o los óxidos de nitrógeno se expresan en microgramo/m³. Sin embargo, el monóxido de carbono

(CO), es el único cuyos niveles de concentración se miden normalmente en miligramos/m³ (párr. 1)

Con respecto a lo anterior se puede vislumbrar un poco más acerca de las especificaciones que se tiene para la normativa que regula la emisión de gases de los autos, dado que la totalidad de los carros que hay en Colombia son exportados y por ende se rigen bajo los criterios europeos y americanos.

Gases vehiculares

Estos gases vehiculares se dividen en dos categorías, la de los nocivos y los inofensivos, a continuación, se describen ambas.

Gases inofensivos.

Nitrógeno.

El nitrógeno es un elemento fundamental, pues este constituye la atmosfera, “este componente se genera por la fijación del nitrógeno atmosférico, la acción bacteriana y eléctrico-química a través de la descomposición de materias orgánicas ya sean bacterias o por combustión” (Borda y forero, 2018, p. 25).

Oxígeno.

Con respecto al oxígeno Borda y Forero (2018) lo definen como “un elemento gaseoso, el cual es vital para los seres vivos, principalmente para los organismos aeróbicos, siendo más electronegativo que otros elementos, este no es parte de los gases nobles” (p. 26).

Dióxido de carbono.

El dióxido de carbono (CO₂), es definido por el Instituto de Salud Geoambiental (s.f) como “un gas incoloro e inodoro compuesto por un átomo de carbono y dos de oxígeno en enlaces covalentes. Realmente el CO₂ forma parte de la naturaleza y es indispensable para la vida en la Tierra” (párr. 1), además este no es realmente toxico, dado que es un gas que los seres humanos exhalan en su respiración. El CO₂ es un buen indicador de la calidad del aire y por lo general se desarrollan sensores que midan su calidad la cual varía entre 300 ppm a 550 ppm dependiendo del ambiente donde se mida.

Hidrogeno.

Borda y Forero (2018) se refieren al hidrogeno como “un gas insípido e incoloro, compuesto por moléculas diatómicas, (...), siendo uno de los constituyentes principales de la materia orgánica y el agua, este elemento no es único en la tierra sino en todo el universo” (p. 26).

Gases nocivos.

Monóxido de carbono

Borda y Forero (2018), exponen que el monóxido de carbono (CO) es un gas producido por el carbón, gasolina u otro gas combustible con efectos tóxicos, está compuesto por un átomo de carbono unido por covalencia por un átomo de oxígeno, finalmente este tiene un proceso de oxidación incompleto por lo que es parcialmente soluble en agua alcohol y benceno.

Hidrocarburo

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos generados por la combinación de hidrogeno y carbono, que varían en cadenas abiertas o cerradas, lineales o ramificadas, un ejemplo de hidrocarburo puede ser el gas natural o el petróleo, estos son tóxicos tanto al ingresar por la vía respiratoria, al ser ingeridos o al tener contacto con la piel (Borda y Forero, 2018).

Óxidos de nitrógeno

Es un gas generado al quemar combustibles, su principal fuente son los Óxidos de nitrógeno (NO_x) que son básicamente vehículos motorizados impulsados por la combustión de carbón, gas o petróleo, este gas es un reactivo, que contiene en diversas proporciones nitrógeno u oxígeno. Este tipo de gases generan niebla contaminante, la cual se posa en algunas ciudades dependiendo de las condiciones meteorológicas y puede llegar a generar lluvia ácida (Borda y Forero, 2018).

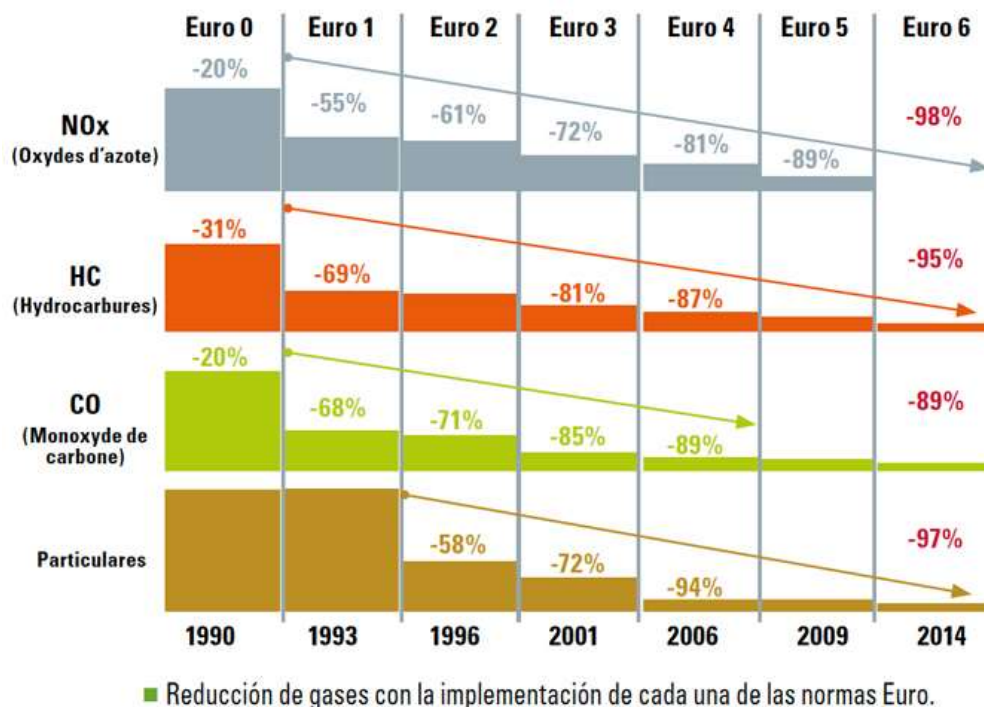
Normativa para la emisión de CO₂

Las normativas de la emisión de CO₂, entraron en vigencia en el año 1992 con la aparición de la normativa Euro 1, la cual se actualizo a los 4 años siguiente, y así ha sucedido sucesivamente hasta la más reciente a día de hoy que es la Euro 6. (Auto Crash, 2019).

Esta normativa es aplicada para los motores que funcionan con combustible diésel y gasolina y lo que busca es cada año desarrollar nuevas tecnologías que terminen por mejorar la calidad del aire, de allí que se pida a los fabricantes cumplir estándares de calidad cada vez más rigurosos.

En la *figura 1*, la cual se expone a continuación se puede ver como a medida que han aumentado las normativas han bajado los niveles de contaminación del aire.

Figura 1. Reducción de gases contaminantes desde la implementación de Euro 1.



Fuente: *Auto Crash*, 2019.

Normativa colombiana

NTC5365.

Esta norma es la encargada de medir la calidad del aire, es regulada por el Instituto De Hidrología, Meteorología Y Estudios Ambientales (Ideam) y su propósito es “establecer los lineamientos, criterios y en general, el procedimiento que será realizado en las evaluaciones para la autorización y seguimiento realizadas por el IDEAM a las Autoridades Ambientales interesadas en obtener y mantener la Autorización otorgada por este Instituto” (Ideam, 2017, p. 4). Esta normativa del Ideam da paso a las normas NTC5375 y NTC5385

encargadas de regular la revisión técnicomecánica y revisión de gases de los vehículos automotor y brindar las especificaciones para los centros de diagnóstico respectivamente esto se da desde la Resolución 910 del 2008, emitida por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS.

Resolución 910 del 2008.

Esta resolución reglamentada a través de Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, reglamenta la resolución “Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones” (p. 1).

Esta resolución expone los límites máximos de emisión para motocicletas, para vehículos diésel y para motocarros. Además, recoge los lineamientos expuestos en la Ley 99 de 1993, la cual creó el Sistema Nacional Ambiental y designó al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, como ente rector de política y normativa ambiental. Ahora bien, y dejando de lado el tema de la normativa, se expondrán los principales componentes que se usaron para la construcción del prototipo.

Arduino

Un Arduino es según Vidal-Silva, Lineros, Uribe y Olmos (2019) un sistema de computación que integra las áreas tanto de software como de hardware y sirve para el diseño e implementación de soluciones, cabe resaltar que es una compañía de código y

hardware abierto que facilita el uso conjunto de la electrónica y la computación para el desarrollo de algún sistema específico requerido.

Un Arduino “puede alimentarse directamente mediante el propio cable USB o a través de una fuente de alimentación externa como puede ser una batería de 9v o un pequeño transformador” (Arbajan, 2020, p. 18).

Según Margolis (2011) y Jones (2017 citados en Vidal-Silva, Lineros, Uribe y Olmos, 2019) Arduino fue creado por Massimo Banzi en el año 2005, cuando era estudiante del instituto IVRAE en Italia, dado a su fácil acceso y su bajo costo se inició su comercialización y distribución primero en Italia y después en el resto del mundo, lo que hace que Arduino sea compatible con pantallas de cristal líquido y sensores de bajo costo en el mercado.

MySQL

MySQL es un sistema de administración de bases de datos, una base de datos es entendida como “una colección compartida de datos lógicamente relacionados, junto con una descripción de estos datos, que están diseñados para satisfacer las necesidades de información de una organización” (Capacho y Nieto, 2017, p. 18). Otra definición ofrecida por Capacho y Nieto (2017) define las bases de datos como “un conjunto de datos relacionados entre sí. Por datos entendemos hechos conocidos que pueden registrarse y que tienen un significado implícito” (p. 18), es decir las bases de datos son un lugar en donde puede registrarse información con datos que previamente se sucinta implícitos para que tengan relación con determinadas variables.

Con relación a MySQL Pérez (2007) lo define como un sistema de gestión de bases de datos relacional, el cual es multihilo y multiusuario, cuenta con gran adaptación a diferentes entornos de desarrollo dado que interactúa con diferentes lenguajes de programación y tiene fácil integración a sus sistemas operativos.

Un dato no menor es que MySQL según Pérez (2007) tiene más de seis millones de copias funcionando en la actualidad lo que hace de esta base de datos la más instalada.

Algunas características de MySQL expuestas por Pérez (2007) son: su velocidad, bajo costo, fácil uso, capacidad de entendimiento del lenguaje SQL, su capacidad de conectarse simultáneamente con otros clientes que estén en el mismo servidor, la portabilidad y seguridad, la conectividad y por último que su distribución es abierta, es decir puede obtener y modificar códigos de fuente MySQL.

Xampp

Según Cuaderno de clase (2017) XAMPP es “un servidor independiente de plataforma de código libre. Te permite instalar de forma sencilla Apache en tu propio ordenador, sin importar tu sistema operativo” (párr. 1), este funciona con sus respectivos gestores, para el caso de este proyecto el gestor es MySQL. Esta herramienta de desarrollo permite probar el trabajo sin tener que acceder a internet.

Processing

Processing es un lenguaje para codificar textos en programación, Processing (s. f) define el programa como

un cuaderno de bocetos de software flexible y un lenguaje para aprender a codificar dentro del contexto de las artes visuales. Desde 2001, Processing

ha promovido la alfabetización en software dentro de las artes visuales y la alfabetización visual dentro de la tecnología. Hay decenas de miles de estudiantes, artistas, diseñadores, investigadores y aficionados que usan Processing para aprender y crear prototipos (párr. 1)

Berga (2012) expone que Processing nace en el MIT¹, el objetivo inicial de los autores fue continuar con el legado de DBN, mejorar el rendimiento del programa y facilitar la realización de sketches tanto a artistas como público en general, para desarrollar bocetos de forma ágil.

Programmer's

Es un editor de texto o un notepad, se caracteriza porque “permite crear y modificar archivos digitales compuestos únicamente por texto sin formato, conocidos comúnmente como archivos de texto o texto plano. (...) el archivo e interpreta los bytes leídos según el código de caracteres que usa el editor” (Fundamentos de Programación, 2012, párr. 1).

Programmer's es un notepad de programación o en palabras más coloquiales es un blog de notas que sirve en del desarrollo de aplicaciones.

Sensor MQ135

Los sensores MQ, son sensores analógicos que cuentan con un microcontrolador, son electroquímicos y varían su resistencia cuando se exponen a gases determinados, es decir, están diseñados para medir las variaciones en la calidad del aire (Naylamp Mechatronics, 2016).

¹ Instituto tecnológico de Massachusetts

Estos funcionan cuando aumenta la temperatura interna, dado que hace que el sensor reaccione a los gases generando un cambio en el valor de la resistencia, el sensor necesita una resistencia y una resistencia de carga (R1) la cual se encarga de cerrar el circuito, y así mediante un divisor de tensión poder analizar los resultados desde el microcontrolador aire (Naylamp Mechatronics, 2016).

En relación específicamente al sensor MQ135, se eligió dado que este por sus características se utiliza en equipos de control de calidad del aire y detecta humo, alcohol, NH₃, NO_x, benceno CO₂, etc.

Arduino NANO

El Arduino nano es una tarjeta de desarrollo ideal para proyectos que buscan optimizar recursos, espacio y peso, suele ser muy utilizado en proyectos de robótica. (Arbajan, 2020).

Blum (2014, citado por Arbajan, 2020) expone que la tarjeta del Arduino nano está diseñada para

montarse en el conector de una placa de pruebas, su tamaño reducido hace que sea perfecta para el uso de proyectos más acabados utiliza un microcontrolador ATmega 328, cuenta con 14 pines de E/S 6 de ellos son PWM y posee 8 entradas analógicas (p. 20).

Finalmente, el Arduino nano cuentan con unas características técnicas como lo son: un microcontrolador (ATmega 328), voltaje de operación (5V), voltaje de alimentación recomendado (7-12V), I/O digitales (14 (6 son PWM)), Entradas analógicas (8), Memoria flash (32KB), Frecuencia de trabajo (16MHZ) y Dimensiones de 0,73'' x 1,70''.

Protoboard

Para este caso, se usó un protoboard pequeño, el protoboard está compuesto estructuralmente por 3 regiones las cuales son, el canal central, los buses y las pistas.

Con respecto a su funcionalidad Caipa (2011) lo define como “una herramienta que nos permite interconectar elementos electrónicos, ya sean resistencias, capacidades, semiconductores, etc, sin la necesidad de soldar las componentes” (párr. 1), esta es llena de orificios metalizados con contactos de presión dispuestos para insertar los componentes del circuito.

Otros componentes usados para la construcción del prototipo

Acá se exponen otros componentes básicos utilizados para la elaboración del prototipo:

- Placa
- Una carcasa impresa en 3D con materiales reciclados de una fundación
- Un paquete de cables macho y hembra
- LCD pantalla Nokia

Capítulo 3. Desarrollo de la propuesta

Metodología

La metodología propuesta para este proyecto se ciñe bajo los parámetros RUP (Rational Unified Process) y en español Proceso Racional Unificado y es un producto del proceso de ingeniería de software que según Rueda (2006) se basa en un enfoque “disciplinado para asignar tareas y responsabilidades dentro de una organización del desarrollo. Su meta es asegurar la producción del software de alta calidad que resuelve las necesidades de los usuarios dentro de un presupuesto y tiempo establecidos” (p.1).

La metodología a pesar de ser lineal permite que quien desarrolla el proyecto exponga los lineamientos bajo los cuales espera que se rija su proyecto, sin embargo, Rueda (2006) expone que la metodología RUP consta de 3 fases:

La primera es el planear las fases, la cual consiste en 4 fases que son:

1. Concepción, Inicio o Estudio de oportunidad
2. Elaboración
3. Construcción
4. Transición

Finalmente expone Rueda (2006) que “todas las fases no son idénticas en términos de tiempo y esfuerzo. Aunque esto varía considerablemente dependiendo del proyecto” (p. 5).

La segunda fase se llama esfuerzo respecto a los flujos de trabajo y consiste en la obtención de los requerimientos para cada una de las fases, la fase de elaboración por ejemplo es el auge del proyecto sin embargo luego se va declinando.

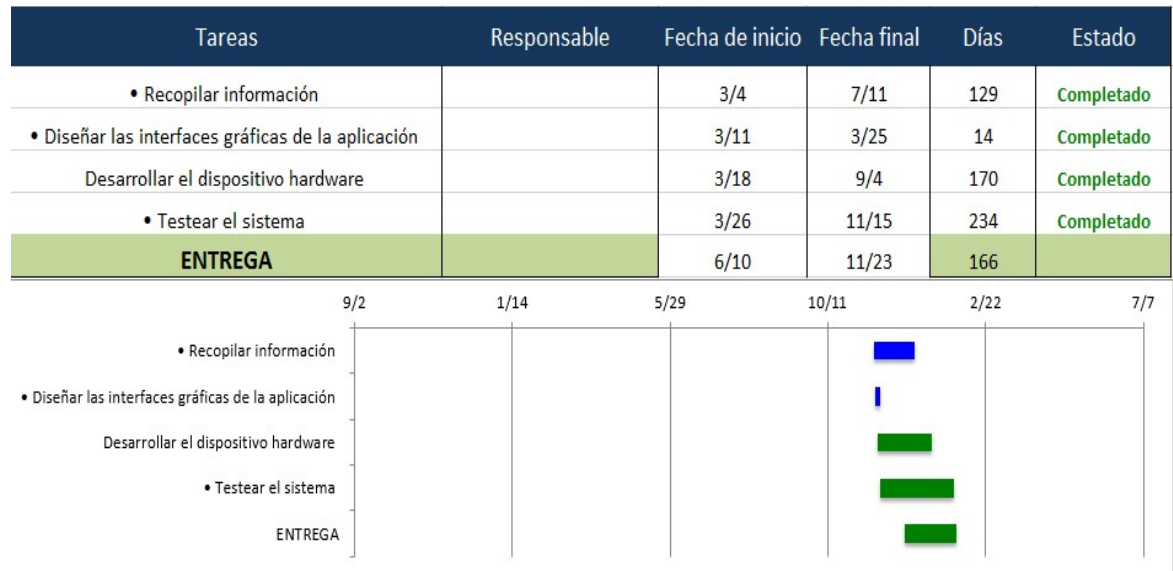
Finalmente, está la fase tres, llamada esfuerzo respecto de las fases y consiste como su nombre lo indica en el esfuerzo proporcional que tiene cada una de las fases, por ejemplo, la fase de construcción comprende un mayor esfuerzo y duración (Rueda, 2006).

Ahora bien, luego de exponer someramente el proyecto es pertinente postular las fases diseñadas para el actual proyecto.

- Fase 1: Recopilar información para obtener los requisitos del sistema Emission Meter Control.
- Fase 2: Diseñar las interfaces gráficas de la aplicación Emission Meter Control para que sean amigables con el usuario
- Fase 3: Desarrollar el dispositivo hardware que mida el CO2 del vehículo, y que permita interconectarse con la aplicación Emission Meter Control
- Fase 4: Testear el sistema Emission Meter Control para validar su correcto funcionamiento.

Cronograma

Figura 2. Cronograma.



Fuente: elaboración propia.

Se expone el cronograma postulado para la realización del proyecto.

Presupuesto

Tabla 1. Recurso Humano.

Recurso Humano				
Encargado	Rol	Valor hora	# Horas proyecto	Valor total
Yexid Montenegro Garcia	Tutor	\$80.000	10	\$800.000

Tabla 2. Recursos físicos.

Recursos físicos			
Tipo	# Meses	Valor mensual	Valor total
Internet	9	\$80.000	\$'720.000
Servicios públicos	9	\$160.000	\$1'440.000
Transporte	9	\$100.000	\$900.000
Total		\$3'060.000	

Tabla 3. Recursos Software y Hardware.

Recursos software y hardware			
Tipo	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Equipo de cómputo	1	\$1'400.000	\$1'400.000
Cable Data	1	\$15.000	\$15.000
Tarjeta de expansion de Arduino	1	\$30.000	\$30.000
			\$20.000

Arduino Nano	1	\$20.000	
Cables jumper	2 Kit	\$ 4.500	\$9.000
<i>Sensor MQ 135</i>	1	\$25.000	\$25.000
Total	1'499.000		

Valor total del proyecto: \$ 5'059.000

Capítulo 4. Resultados

Fase 1: Recopilar información para obtener los requisitos del sistema Emission Meter Control.

Encuesta.

También, se realizó una encuesta, ya que es de mucha importancia evaluar periódicamente los resultados de un sistema en ejecución. Saber la opinión de los usuarios acerca del Sistema de medición de Co2. Investigar previamente de las características de los usuarios para tener en cuenta en el desarrollo del prototipo y el sistema de medición. Por eso se desarrolló esta encuesta realizada a personas diferentes para obtener información.

figura 3. Encuesta.

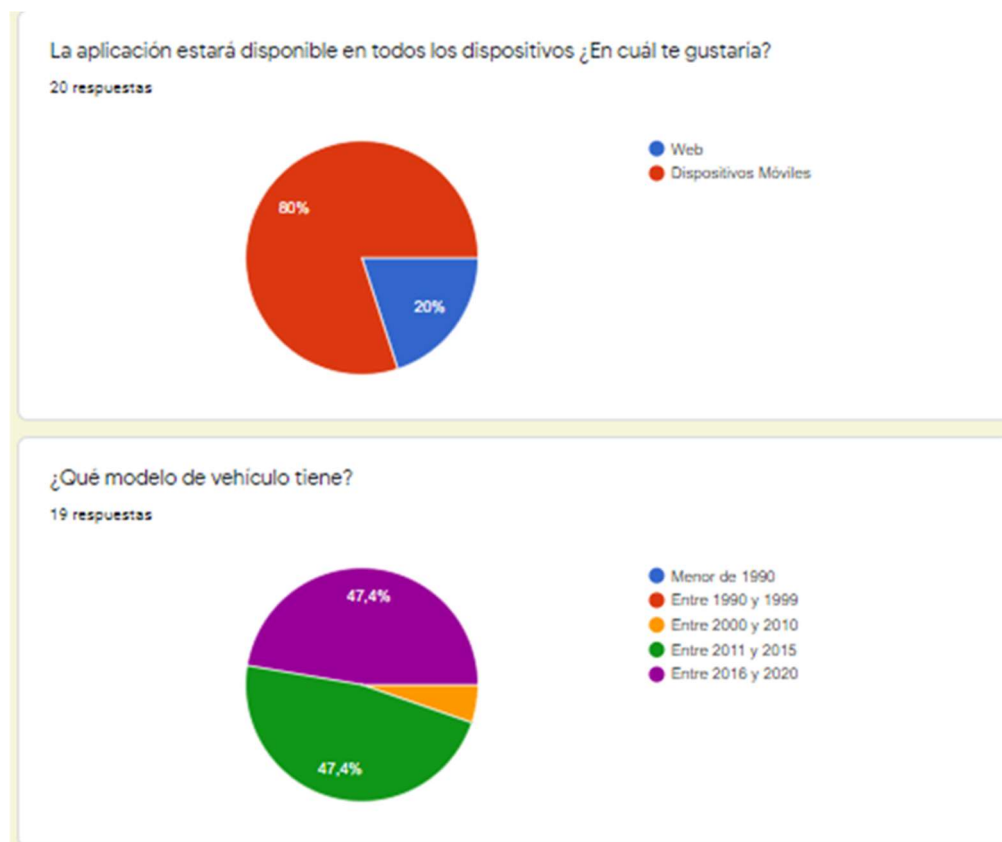


figura 4. Encuesta.

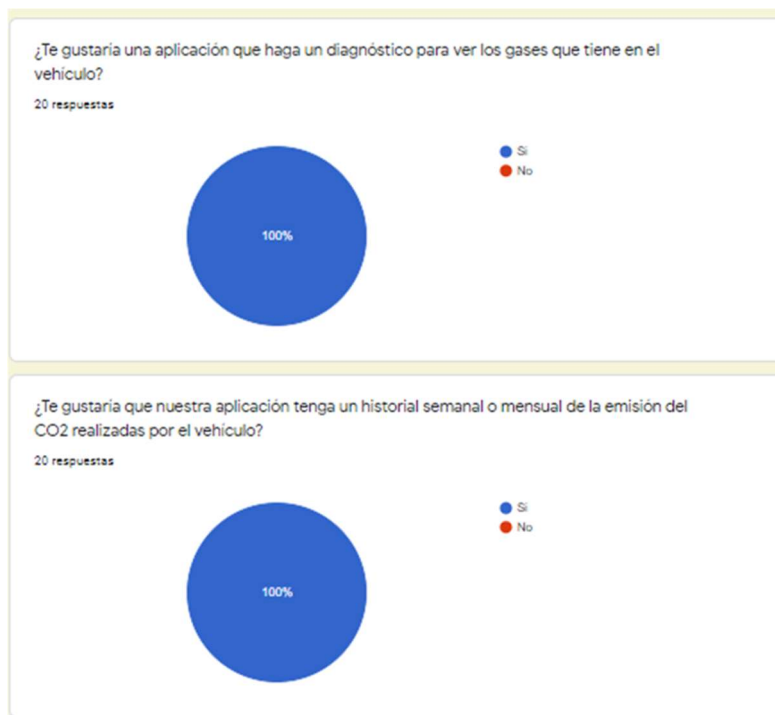


figura 5. Encuesta.



Figura 6. Encuesta.

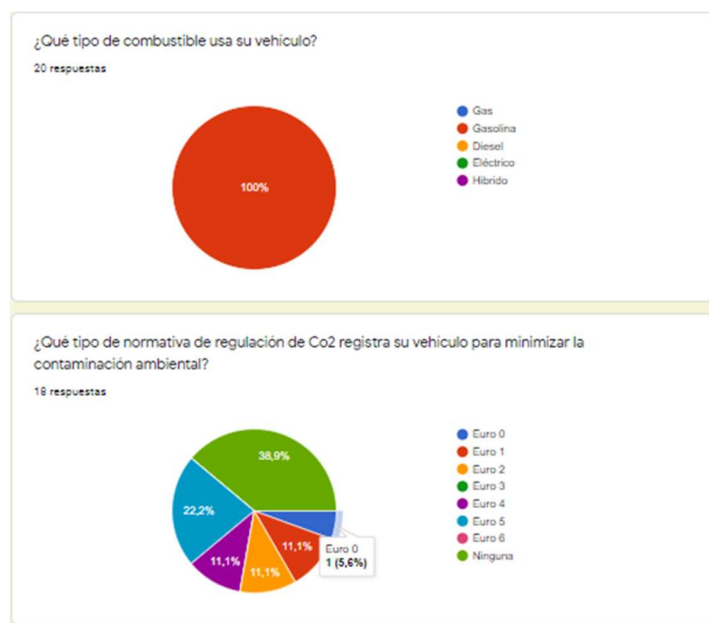


Figura 7. Encuesta.

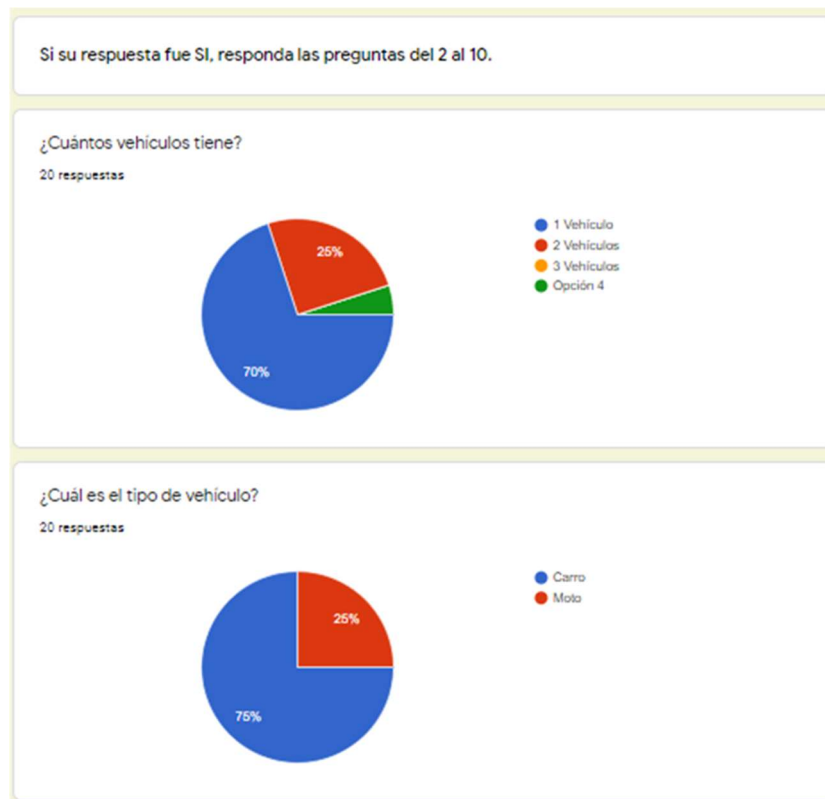
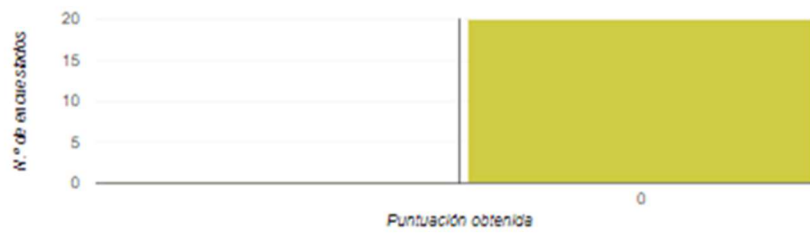


figura 8 Estadística de la encuesta.

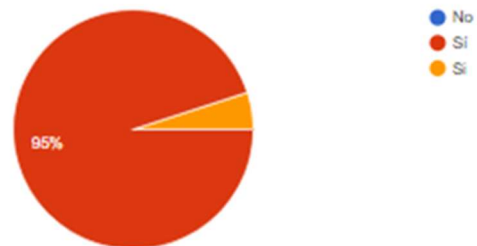
 EstadísticasNormal
0/0 puntosValor medio
0/0 puntosIntervalo
0-0 puntos

Distribución de las puntuaciones totales



¿Tienes vehículo?

20 respuestas



Requerimientos funcionales y no funcionales.

Un requisito funcional nos ayuda a definir funciones del sistema de software y sus componentes. Una función es descrita como entradas, comportamientos y salidas. También se debe implementar y completar por los requisitos no funcionales, que se enfocan en cambio en el diseño o la implementación del prototipo.

Figura 9. Requerimientos Funcionales.

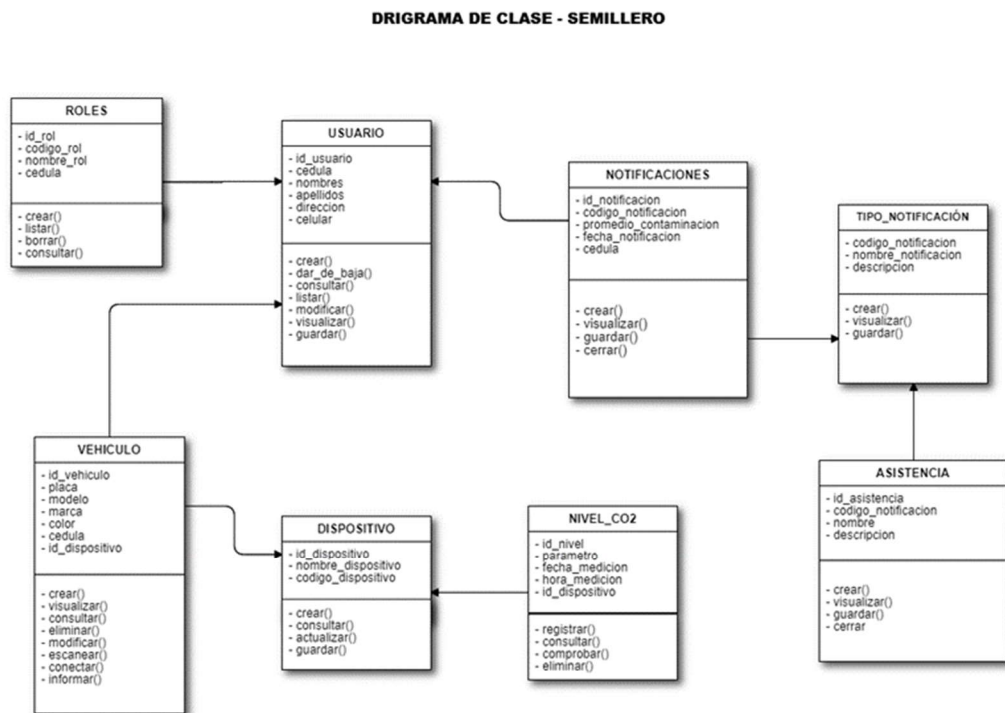
Requerimientos Funcionales				
	Nro	Nombre	Descripción	Actores
Requisitos de usuario	01	Abrir sesión	Validación de cuenta al usuario	Administrador y usuario
	02	Crear usuario	Permite registrar a un nuevo usuario	Administrador y usuario
	03	Dar de baja	Anular usuario	Administrador
	04	Consultarlo	Buscar ID o nombre de usuario	Administrador y movilidad
	05	Listar usuario	Permite observar la lista de los usuarios registrados	Administrador
	06	Modificar datos	Permite modificar información personal	Administrador y usuario
	07	Cerrar sesión	Autoriza cerrar sesión del usuario	Administrador y usuario
	08	Perfil	Aprobación de cambios en perfil	Administrador, usuario y movilidad
Gestionar nivel CO2	Nro	Nombre	Descripción	Actores
	01	Registrar	Permite ingresar ID, nombre, precio, cantidad y fec	Administrador
	02	Consultar Nivel Co2	Buscar ID o nombre de usuario	Administrador y movilidad
	03	Comprobar Nivel Co2	Permite evaluar el producto de una manera eficaz	Administrador
04	Eliminar Nivel Co2	Buscar ID selecciona y confirma la eliminación	Administrador	
Gestionar asistencias	Nro	Nombre	Descripción	Actores
	01	Crear	Añadir apoyo a los usuarios	Administrador
	02	Visualizar	Ayuda a divisar contenido del programa	Administrador
03	Cerrar sesión	Permite al usuario cerrar la sesión	Administrador	

Fuente elaboración semillero.

Diagrama de flujo.

Se realiza un diagrama de flujo que sirve para visualizar las relaciones entre las clases que involucran el sistema como los atributos, operaciones, métodos, relaciones y semántica; mostrando los elementos que se requieren para el funcionamiento de la parte del software. A continuación, se muestra el diagrama.

figura 13. Diagrama de clase- Semillero.

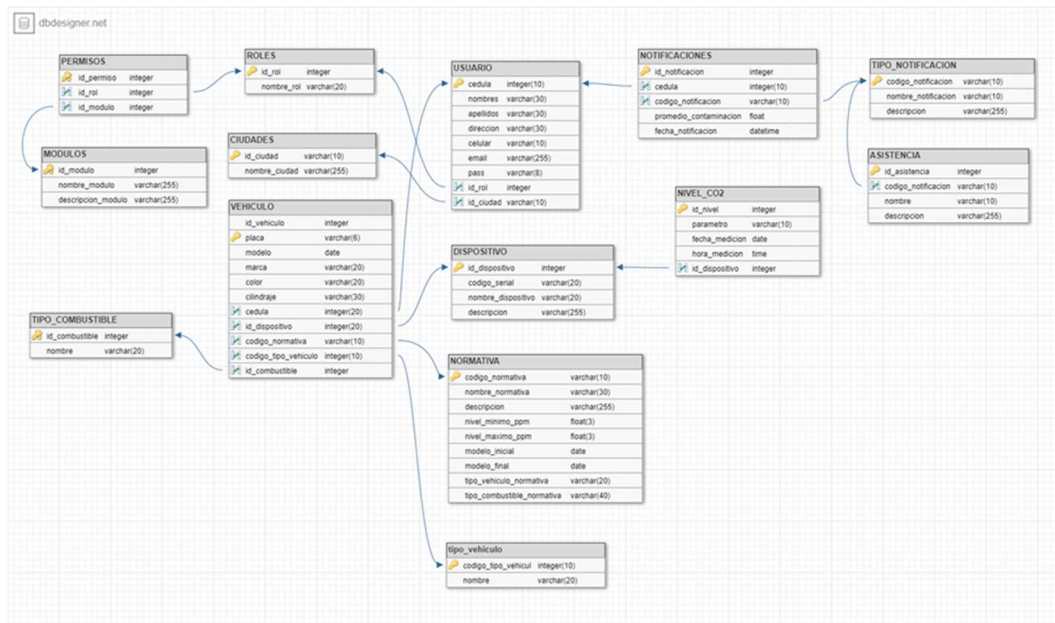


Fuente: elaboración semillero.

Modelo entidad-relación.

En este otro ejercicio, se realiza un modelo entidad-relación que permite representar de manera simplificada los componentes que participan en el proyecto y el modo en el que estos se relacionan entre sí. Como lo es las informaciones tanto del vehículo, como la información del usuario.

figura 14. Modelo entidad-relación.

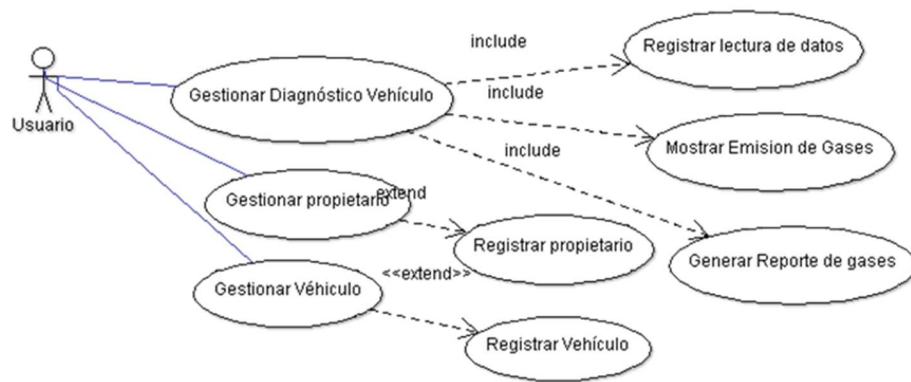


Fuente: elaboración semillero.

Diagrama de caso de uso.

También se debió realizar el diagrama de caso de uso para especificar la comunicación y el comportamiento mediante la interacción con los usuarios y el sistema y adicional muestra los actores que participan.

figura 15. Diagrama de caso de uso.

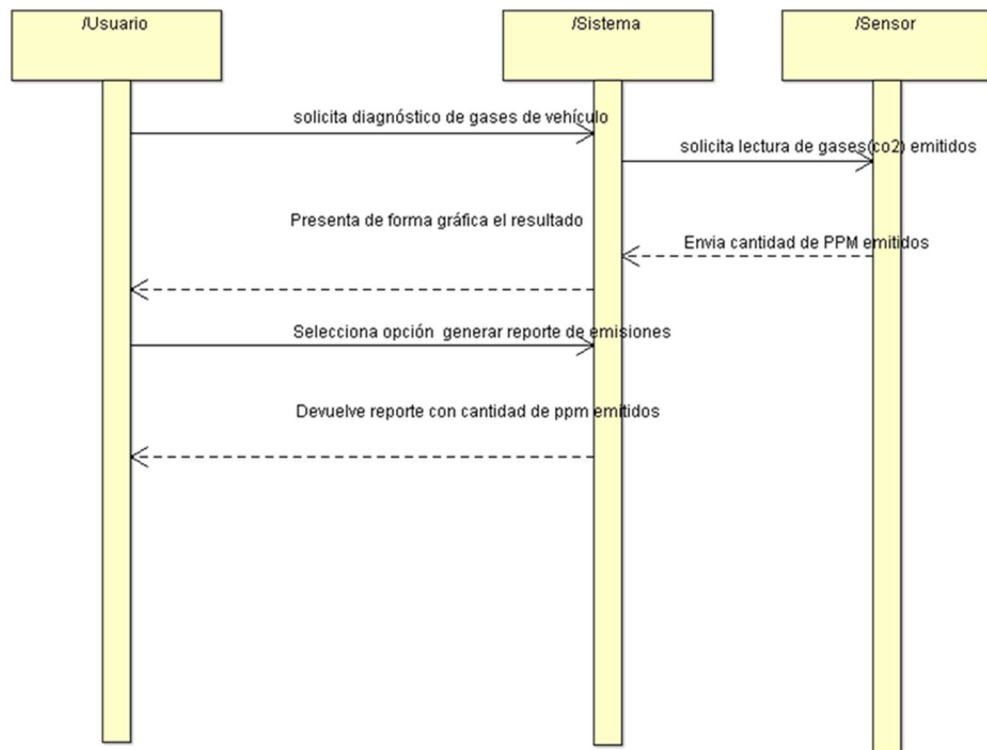


Fuente: elaboración semillero.

Diagrama UML.

Por otro lado, se realizó un diagrama UML para mostrar de manera clara el sistema y los procesos que se necesitan para el funcionamiento del prototipo que mide el Co2.

figura 16. Diagrama UML.


















Fuente: elaboración semillero.

Fase 2: Diseñar las interfaces gráficas de la aplicación Emission Meter Control para que sean amigables con el usuario

Se desarrolla un ingreso a la interfaz principal del sistema en el que el usuario escoge la opción de ingresar a la gráfica de su registro de la medición de gases Co2 y también tiene la posibilidad de escoger la impresión en PDF con los datos del vehículo y del propietario.

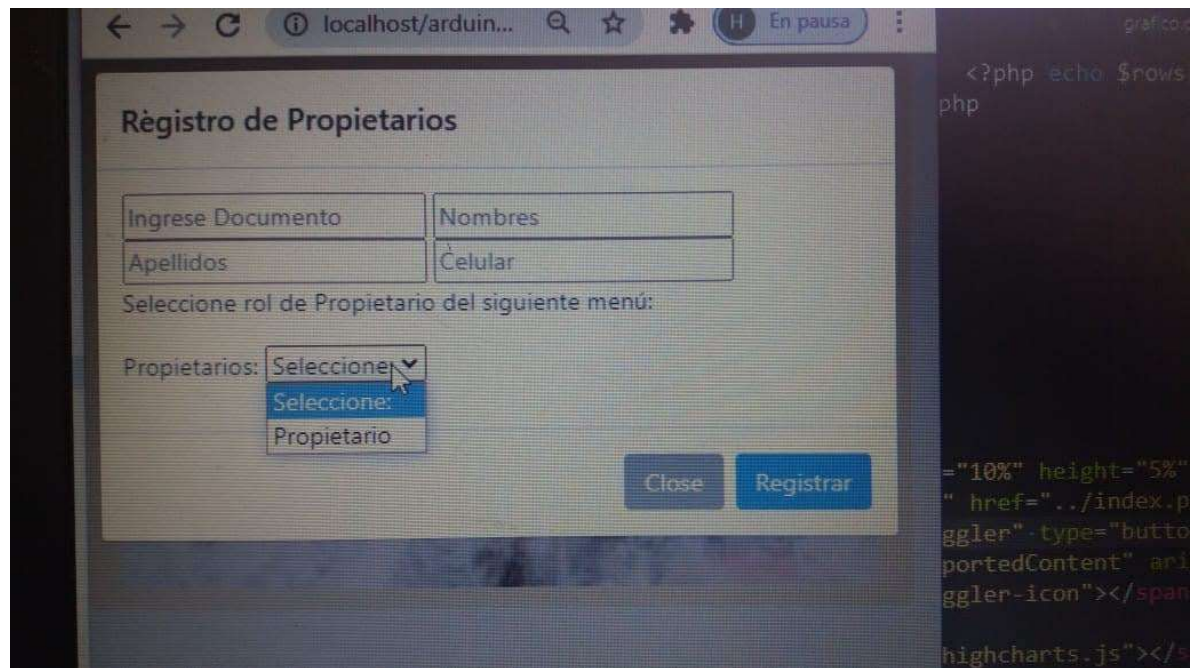
figura 7. Interfaz principal del sistema.

Index of /proyecto/CO2/arduino/grafico

<u>Name</u>	<u>Last modified</u>	<u>Size</u>	<u>Description</u>
 Parent Directory		-	
 ARDUINO1.PNG	2020-11-22 15:48	17K	
 ARDUINO2.PNG	2020-11-22 15:49	15K	
 conexion.php	2020-11-22 09:19	68	
 connection.php	2020-11-22 09:49	571	
 excel.php	2020-11-22 09:20	2.1K	
 font/	2020-11-14 19:03	-	
 fpdf.php	2019-01-26 21:02	49K	
 generate_pdf.php	2020-11-22 15:20	1.8K	
 grafico.php	2020-11-22 09:39	2.7K	
 grafico_humedad.php	2019-01-26 21:02	2.6K	
 grafico_presion.php	2019-01-26 21:02	2.6K	
 grafico_temperatura.php	2019-01-26 21:02	2.7K	
 index1.php	2020-11-14 19:20	1.6K	
 logo.png	2020-11-22 12:31	42K	

Apache/2.4.46 (Win64) OpenSSL/1.1.1g PHP/7.4.11 Server at localhost Port 80

Fuente: elaboración propia



Registro de Propietarios

Ingrese Documento	Nombres
Apellidos	Celular

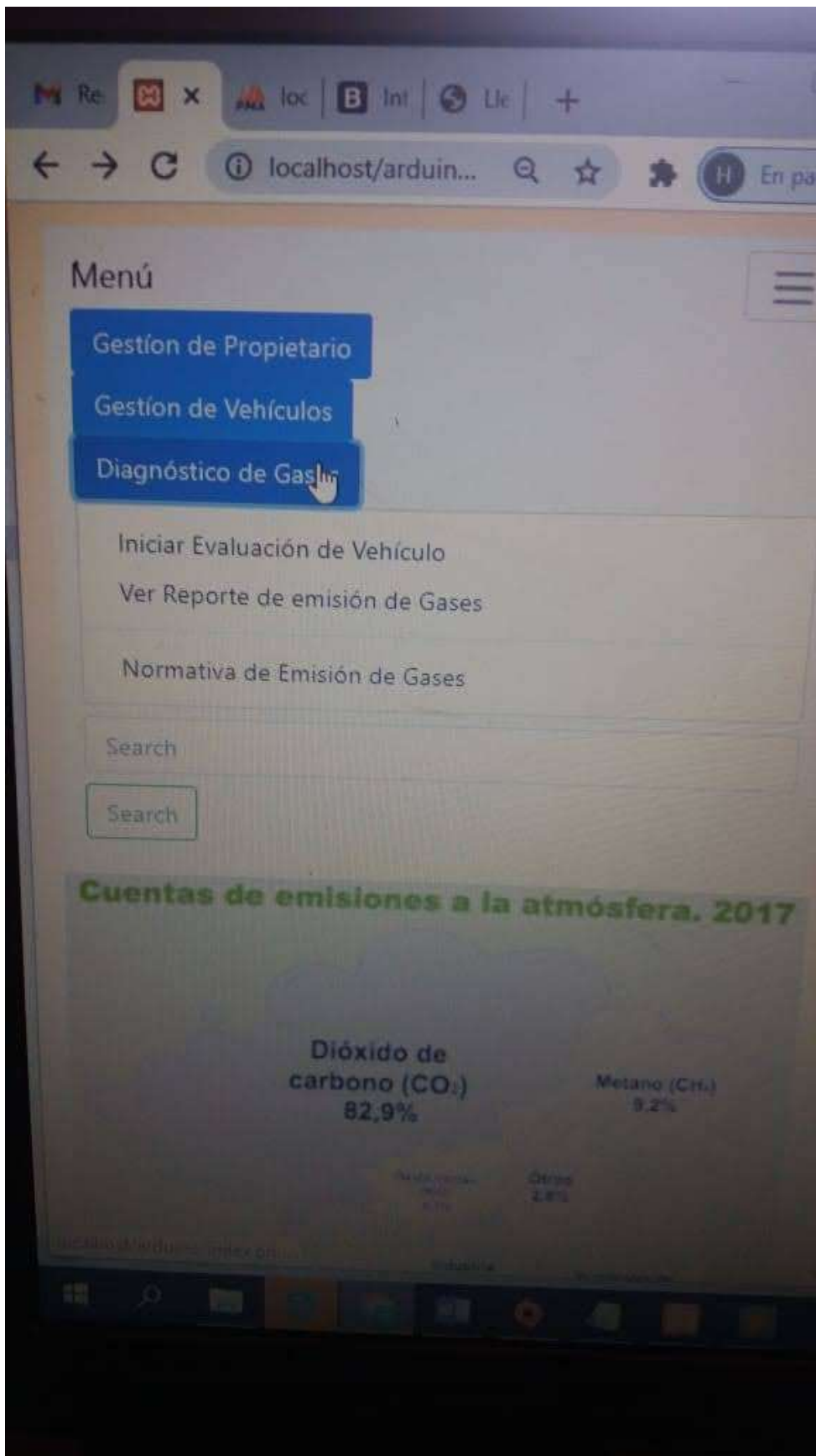
Seleccione rol de Propietario del siguiente menú:

Propietarios: Selecciones
Selecciones
Propietario

Close Registrar

```
<?php echo $rows  
php  
="10%" height="5%"  
" href=" ../index.p  
ggler" type="butto  
portedContent" ari  
ggler-icon"></spa  
highcharts.js"></s
```

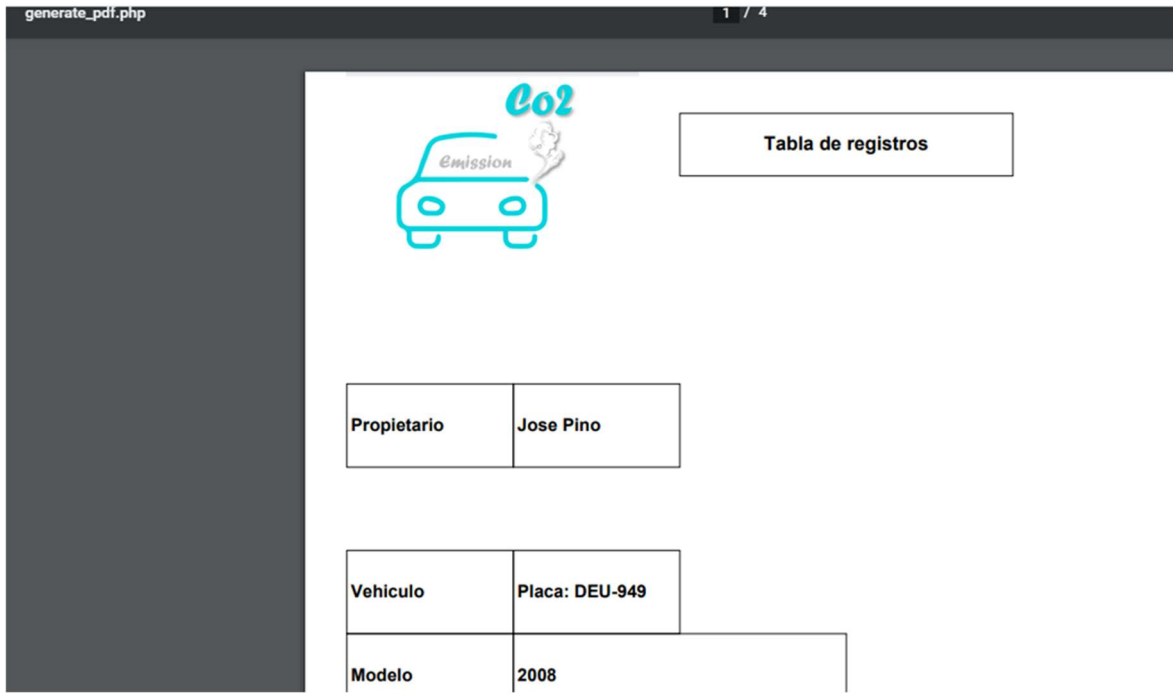
Fuente: elaboración propia Fuente: elaboración propia



Fuente:

elaboración propia

figura 8. Tabla de registro.



generate_pdf.php 1 / 4

CO2
Emission

Tabla de registros

Propietario	Jose Pino
Vehiculo	Placa: DEU-949
Modelo	2008

Fuente: elaboración propia.

Página web.

Finalmente se diseñó una web para cargar toda la información y anexar datos relevantes para el usuario.

Figura 9. Página web.

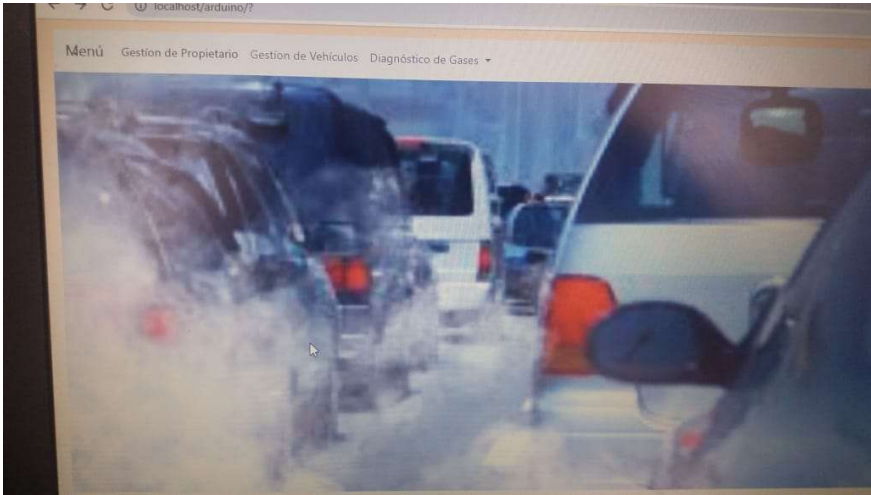


figura 10. Página web.

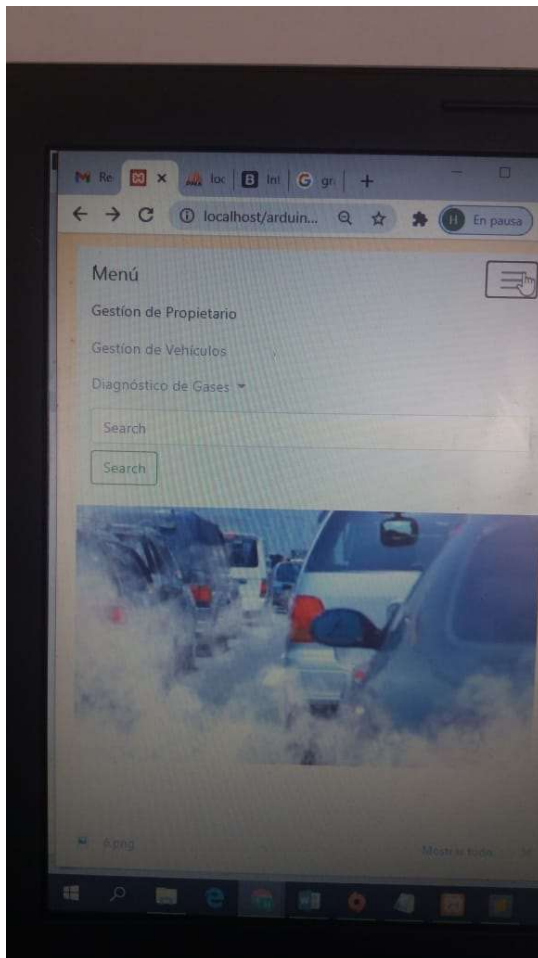
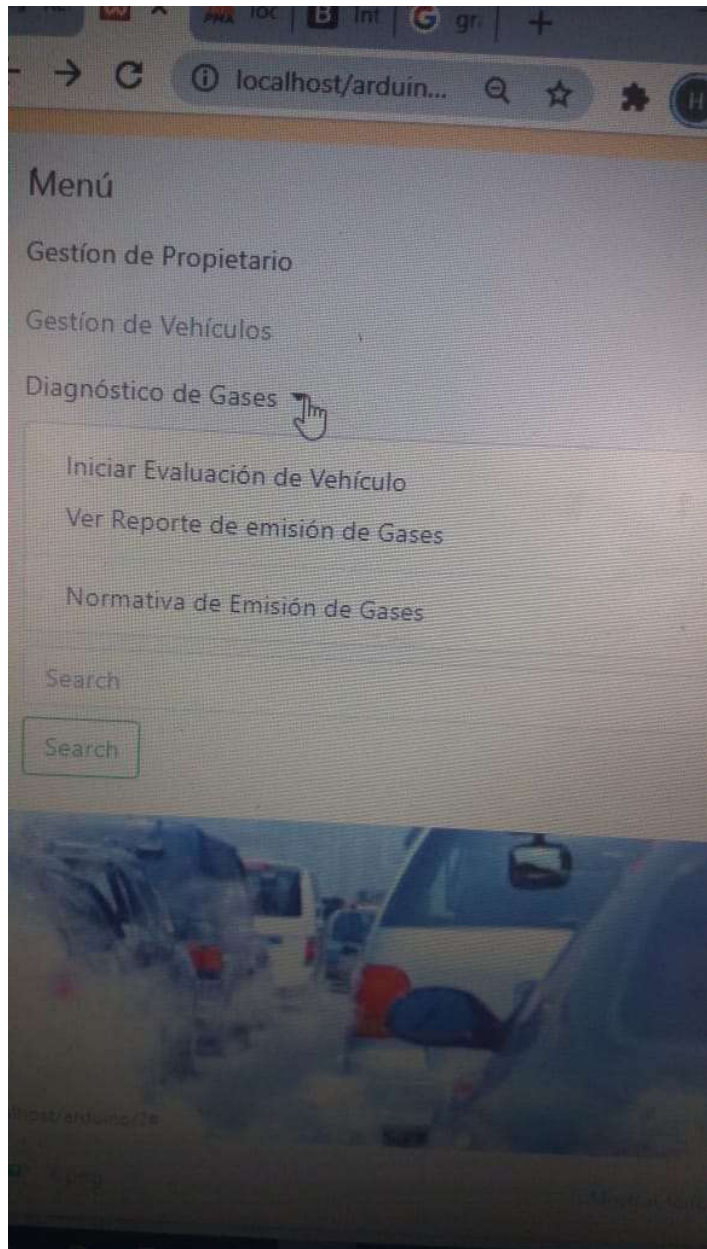


figura 11. Página web.



Fase 3: Desarrollar el dispositivo hardware que mida el CO2 del vehículo, y que permita interconectarse con la aplicación Emission Meter Control

Los elementos usados para el hardware se exponen en el marco teórico con más claridad, acá se hace un recuento de los elementos utilizados y necesarios en la fabricación del prototipo, los cuales fueron:

- Arduino
- Nokia 5110
- Cables

El display de Nokia 5110 es un LCD que permite mostrar letras, números y gráficas programables por medio de la plataforma de Arduino, como muchos de los periféricos, el display Nokia5110 necesita de una librería, facilitada en el SIGUIENTE LINK (recuerda importarla en el IDE de Arduino): <https://github.com/adafruit/Adafruit-PCD8544-Nokia-5110-LCD-library/archive/master.zip>

Este periférico, al igual que muchos otros, necesita de unos canales de comunicación específicos con el Arduino, la librería viene predeterminada con los pines definidos de la siguiente manera:

SCLK – Pin 8 DN MOSI – Pin 9

DC – Pin 10

RST – Pin 11

SCE – Pin 12

Antes de Setup.

1. Iniciar el código – incluir librería

Para iniciar el código necesitaremos incluir la librería (previamente instalada), como cualquier otra librería usamos `#include` y el nombre de la librería

figura 12. Inicio de código.

```
1 #include <LCD5110_Graph.h>
```

Esta librería contiene algunos ejemplos útiles para la profundización de los temas, en la pestaña de ejemplos, en la sección con el nombre de la librería puedes encontrar algunos.

2. Definir el LCD – crear objeto

Debemos configurar los pines del LCD: SCLK, DN MOSI, DC, RST, SCE. En ese orden, para ello hacemos lo siguiente:

figura 13. Configuración LCD.

```
2 LCD5110 lcd(8, 9, 10, 11, 12);
```

NOTA: Si quieres cambiar los pines de conexión o el nombre del objeto `lcd` puedes hacerlo desde acá, recuerda que el orden que estamos utilizando es el establecido en el CONSEJO1.

3. Fuentes

Para programar el LCD debemos definir las fuentes (tipo de letra o numero) que vamos a usar, tenemos que tener en cuenta que las fuentes de números y letras son diferentes.

figura 14. Fuentes.

```
4 extern unsigned char SmallFont[];  
5 extern unsigned char TinyFont[];  
6 extern unsigned char BigNumbers[];
```

En el Setup

En este espacio debemos inicializar el objeto, utilizando “nombredelobjeto.InitLCD();” debemos recordar que el “nombredelobjeto” lo elegimos en el punto 2. Y para este ejemplo elegimos el nombre “lcd”.

figura 15. Códigos LCD en el Setup.

```
8 void setup() {  
9   lcd.InitLCD();
```

Después de programar los pasos anteriores a cabalidad, podemos escribir un mensaje bien sea en el ciclo Setup para que se muestre solo una vez, o en el loop, para enseñar un mensaje repetitivo.

figura 16. Mensaje en el Setup.

```
myGLCD.setFont(BigNumbers); //definir fuente para la lcd  
myGLCD.printNumI(dato, CENTER, 20);
```

```
myGLCD.setFont(SmallFont); //definir fuente para la lcd  
myGLCD.print("CO2 ", CENTER, 5);  
myGLCD.update();
```

Versatilidad de la interfaz.

figura 17.Versatilidad de la interfaz.

```

#include <LCD5110_Graph.h>

LCD5110 myGLCD(8,9,10,11,12);

extern unsigned char SmallFont[];
extern unsigned char TinyFont[];
extern uint8_t MediumNumbers[];
extern uint8_t BigNumbers[];

//DEFINICIÓN DE VARIABLES
int LED1 = 2;
int LED2 = 3;
int LIMITE1 = 500;
float RL= 1.0;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(LED1, OUTPUT);
  pinMode(LED2, OUTPUT);

  myGLCD.InitLCD();
  myGLCD.setFont(SmallFont); //definir fuente para la lcd
  myGLCD.print("Medidor CO2", CENTER, 10);

  myGLCD.setFont(TinyFont); //definir fuente para la lcd
  myGLCD.print("Semillero", CENTER, 35);

  myGLCD.update();
  delay(3000);

  digitalWrite(LED1, HIGH);
  digitalWrite(LED2, HIGH);
  delay(250);
  digitalWrite(LED1, LOW);
  digitalWrite(LED2, LOW);

```


figura 18. Versatilidad de la interfaz.

```
digitalWrite(LED2, LOW);
delay(250);
}

void loop() {
myGLCD.clrScr();

int dato = analogRead(A0);

// dato = dato * (5.0 / 1023.0);

Serial.print(dato);

myGLCD.setFont(BigNumbers); //definir fuente para la lcd
myGLCD.printNumI(dato, CENTER, 20);

myGLCD.setFont(SmallFont); //definir fuente para la lcd
myGLCD.print("CO2 ", CENTER, 5);
myGLCD.update();

if(dato>500){
digitalWrite(LED1, HIGH);
delay(100);
digitalWrite(LED1, LOW);
delay(100);
digitalWrite(LED2, LOW);
}
else{
digitalWrite(LED2,HIGH);
}

delay(1000);
}
```

Fase 4: Testear el sistema Emission Meter Control para validar su correcto funcionamiento.

Este documento cubre el conjunto de pruebas funcionales relacionadas con la Requisito funcional. hay que comprobar el funcionamiento del prototipo midiendo con diferentes tipos de gases Co2 principalmente con vehículos. El resultado del prototipo se avisa al usuario y se insertan los registros a la base de datos.

Introducción correcta de Categoría.

Descripción.

El usuario una vez haya entrado en el sistema seleccionará la opción de menú “. En esta ventana el usuario podrá ver las opciones para ingresar datos y solicitar resultados de la prueba, y el administrador procederá a guardar los datos, se avisará al administrador de la introducción satisfactoria y se introducirán la asignación en la base de datos.

Condiciones de ejecución.

El usuario deberá llenar toda la información requerida por el sistema.

Entrada.

Se debe dar en este orden:

- El usuario introducirá su nombre y datos del vehículo.
- Del menú principal seleccionará “prueba”
- En esa ventana se mostrará la opción del resultado en PDF
- Tras la selección, se procederá a descargar la imagen con el resultado.

- El proceso de introducción de actividad para la información se considera como finalizado.

Resultado esperado.

Tras la introducción de la información del vehículo si el procesado ha sido correcto, en la base de datos aparecerán los datos.

Evaluación de la prueba.

Prueba satisfactoria.

figura 19. Tabla de registro.



Tabla de registros

Propietario	Jose Pino
-------------	-----------

Vehiculo	Placa: DEU-949	
Modelo	2008	
parametro	Fecha Medida y Hora	
271	2020-11-22	12:31:54
492	2020-11-22	12:31:56
527	2020-11-22	12:31:58
491	2020-11-22	12:32:00
	2020-11-22	13:00:38

Figura 30. Prueba vehículo.

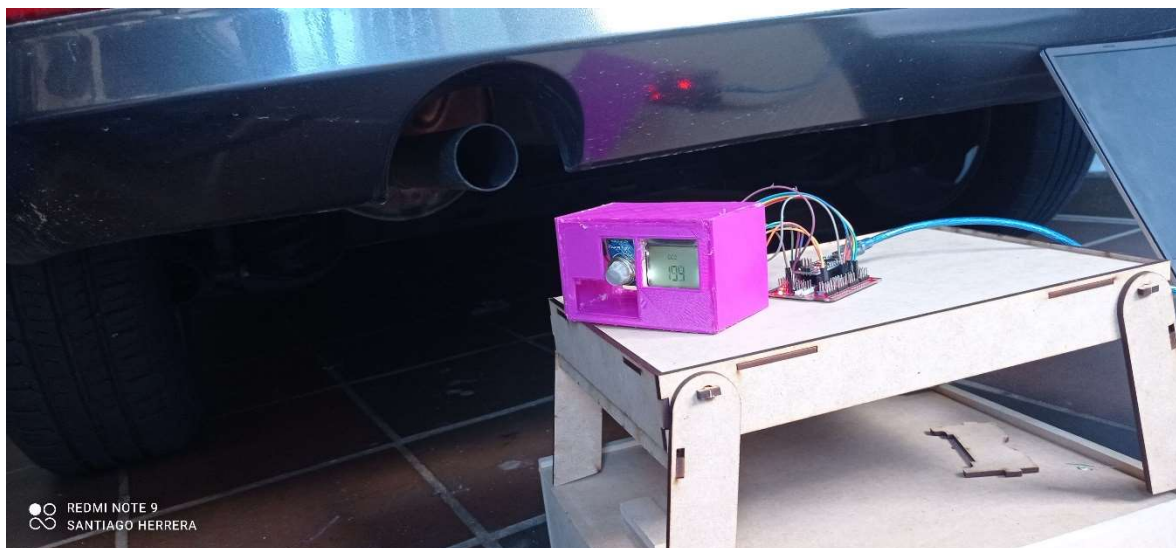
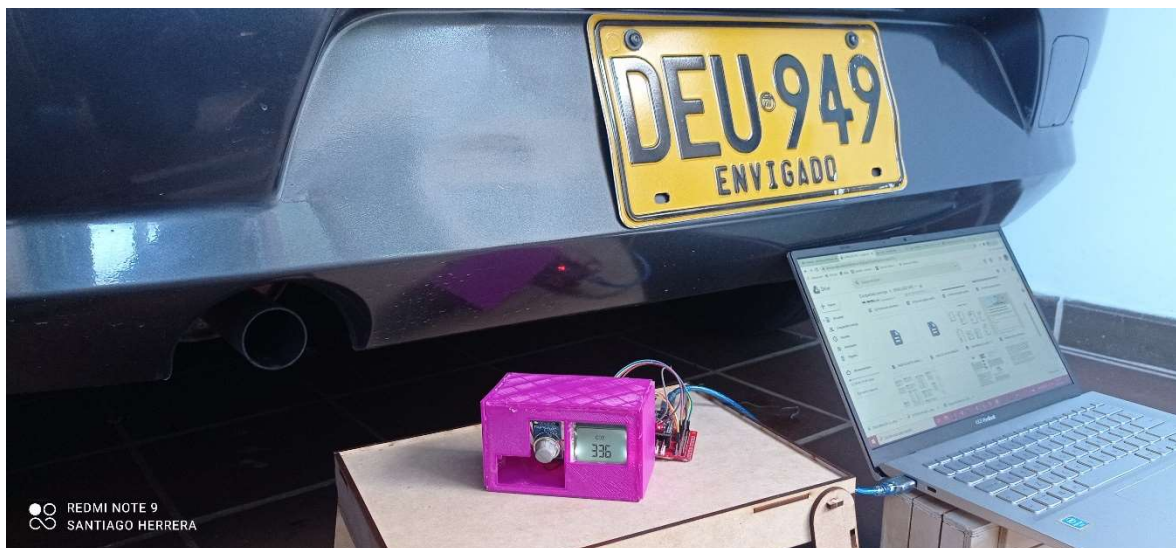


Figura 31. Prueba vehículo.



Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones

Al respecto del proyecto se puede concluir que el proceso de realización del prototipo sirvió como un aliciente para la creación de alternativas en relación a la problemática de calidad del aire. También los resultados permitieron la implementación de un prototipo que arroja resultados confiables y seguros, propiciando una interfaz fácil y rápida para el usuario, en donde el acceso a través de un dispositivo móvil hace que cualquier persona tenga acceso al mismo.

Al respecto con el cumplimiento de objetivos se evidencia la importancia y la necesidad de tener un prototipo que regule el control de emisión de gases de los vehículos de forma permanente pues como se evidencia en el proyecto la normativa colombiana exige la revisión una vez al año, pero no tiene en cuenta el desgaste que sufren los vehículos mecánicos, lo que hace que puedan producir niveles de CO₂ y contaminantes nocivos para la salud.

Los resultados y la información plasmada en el proyecto permiten concluir que entre más viejo sea un vehículo, más PPM está emitiendo, adicionalmente las pruebas realizadas permitieron ver que las diferencias de temperatura del motor tienen una relación con resto a la emisión de PPM, dado que al vehículo estar frío acumula gases nocivos que son expulsados al encender el mismo.

Por último, al ser un prototipo de bajo costo y el alcance del proyecto ser de una naturaleza académica, se logra evidencias la necesidad de un sensor con más alcance, que brinde más estabilidad y conectividades más seguras, para proponer un monitoreo del aire más completo.

Referencias

- Arbajan, C, S. (2020). Diseño y construcción de un robot seguidor de línea evasor de obstáculos empleando Arduino nano. (tesis de pregrado). Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva. Quito, Ecuador.
- Arrieta, A, F. (2019). Desarrollo de un prototipo para la medición de calidad del aire en la universidad de sucre empleando tecnología de vehículos aéreos no tripulados. (tesis de pregrado). Universidad de Sucre. Sucre, Colombia.
- Auto Crash. (9 de mayo de 2019). ¿Qué son las normas Euro y por qué evolucionan? [Mensaje en un blog] Recuperado de <https://www.revistaautocrash.com/que-son-las-normas-euro-y-por-que-evolucionan/>
- Berga, Q. (30 de abril de 2012). Introducción a Processing. [Mensaje en un blog] Recuperado de <https://mosaic.uoc.edu/2012/04/30/introduccion-a-processing/>
- Borda, Y, P., y Borda, D, Y. (2018). Desarrollo de un prototipo portable para medición y recolección de datos de emisiones de gases vehiculares. (tesis de pregrado). Universidad Piloto de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Caipa, J. (2011). El protoboard. *Eduteka, Universidad ICESI*. Recuperado de <http://eduteka.icesi.edu.co/proyectos.php/2/7835>
- Capacho Portilla, J. R., y Nieto Bernal, W. (2017). *Diseño de base de datos*. Barranquilla: Editorial Universidad del Norte.

Cuaderno de clase. (23 de marzo de 2017). ¿Qué es Xampp y para qué sirve? [Mensaje en un blog] Recuperado de <http://janda1617smr2curro.blogspot.com/2017/03/que-es-xampp-y-para-que-sirve.html>

El Colombiano. (18 de abril de 2020). Calidad del aire en el Aburrá sufre deterioro, tras 17 días de mejoría. *El colombiano*. Recuperado de <https://www.elcolombiano.com/antioquia/calidad-del-aire-en-el-aburra-sufre-deterioro-tras-17-dias-de-mejoria-MJ12827865>

Fundamentos de Programación. (2012). Editores de texto. [Mensaje en un blog] Recuperado de <https://sites.google.com/site/sedechiapa/home/editores-de-textos>

Instituto De Hidrología, Meteorología Y Estudios Ambientales – Ideam. (2017). Protocolo de revisión y seguimiento autoridades ambientales del proceso de medición de emisiones generadas por fuentes móviles organismos de evaluación de la conformidad – oec. (informe institucional). Recuperado de [http://www.ideam.gov.co/documents/51310/62167/E-SGI-AC-PC006+PROTOCOLO+REVISI%C3%93N+Y+SEGUIMIENTO+A+AUTORIDADES+AMBIENTALES.pdf/6a74004a-5c63-418d-8c67-6e5b537a4020#:~:text=NORMA%20T%C3%89CNICA%20COLOMBIANA%20NTC%205365,gasolina%20\(denominadas%20como%20de%20cuatro](http://www.ideam.gov.co/documents/51310/62167/E-SGI-AC-PC006+PROTOCOLO+REVISI%C3%93N+Y+SEGUIMIENTO+A+AUTORIDADES+AMBIENTALES.pdf/6a74004a-5c63-418d-8c67-6e5b537a4020#:~:text=NORMA%20T%C3%89CNICA%20COLOMBIANA%20NTC%205365,gasolina%20(denominadas%20como%20de%20cuatro)

Instituto de Salud Geoambiental. (s. f). Dióxido de carbono CO₂. [Mensaje en un blog] Recuperado de <https://www.saludgeoambiental.org/dioxido-carbono-co2>

Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (17 de enero de 2014). Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 910 de 2008 y se adoptan otras disposiciones.

Molina, J., Gutiérrez, A., y Muñoz, P. (2016). Diseño e implementación de un analizador básico de gases para emisiones vehiculares (HC, CO y CO₂), desarrollado bajo la plataforma Android. *Revista de ingeniería y región 15* (1). 57-64. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5917920>

Naylamp Mechatronics. (2016). Tutorial sensores de gas MQ2, MQ3, MQ7 y MQ135. [Mensaje en un blog] Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5917920https://naylampmechatronics.com/blog/42_Tutorial-sensores-de-gas-MQ2-MQ3-MQ7-y-MQ13.html

Organización Mundial de la Salud. (2 de mayo de 2018). Calidad del aire y salud. *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

Organización Mundial de la Salud. (2 de mayo de 2018). Nueve de cada diez personas de todo el mundo respiran aire contaminado. *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>

Pérez, A. (2007). Desarrollo de herramientas web de gestión docente. (tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Cartagena. Cartagena, Colombia.

Processing. (s.f). Página principal. *Processing*. Recuperado de <https://processing.org/>

- Reina, J. y Olaya, J. (2012). Ajuste de curvas mediante métodos no paramétricos para estudiar el comportamiento de contaminación del aire por material particulado Pm10. *Revista escuela de ingenieros de Antioquia EIA* 18. 19-31. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1794-12372012000200003&lng=e&nrm=iso&tlng=e
- Rueda, J. C. (2006). Aplicación de la metodología RUP para el desarrollo rápido de aplicaciones basado en el estándar j2ee. (tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. San Carlos, Guatemala.
- Semana sostenible. (19 de marzo de 2019). Muertes por contaminación del aire le costaron a Medellín \$5 billones en solo un año. *Semana sostenible*. Recuperado de <https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/muertes-por-contaminacion-del-aire-le-costaron-a-medellin-5-billones-de-pesos-en-solo-un-ano/43332>
- Siber (s. f). Unidades de medición de la calidad del aire: ppm ó parte por millón. [Mensaje en un blog] Recuperado de <https://www.siberzone.es/blog-sistemas-ventilacion/unidades-de-medicion-calidad-del-aire-ppm-o-parte-por-millon/>
- Unión Fenosa Gas. (julio de 2020). ¿Qué son las partes por millón? [Mensaje en un blog] Recuperado de <https://www.unionfenosagas.com/es/Newsletter/NoticiaNewsletter/julio-20-partes-por-millon-que-son?p=julio2020>
- Vidal-Silva, C., Lineros, M., Uribe, G., y Olmos, C. (2019). Electrónica para todos con el uso de Arduino: Experiencias positivas en la implementación de soluciones

Hardware-Software. *Información tecnológica* 30 (6). 377-386. doi: 10.4067/S0718-07642019000600377

Anexos

Anexos 1 Imágenes del prototipo.

